

## Produção orgânica no polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA: prospecção e uso de insumos e resíduos agrícolas





***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Semiárido  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

## **DOCUMENTOS 305**

# **Produção orgânica no polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA: prospecção e uso de insumos e resíduos agrícolas**

*Davi José Silva  
Vanderlise Giongo  
Osnan Soares Ferreira*

***Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
2021***

Esta publicação está disponibilizada no endereço:  
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>  
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

**Embrapa Semiárido**  
BR 428, km 152, Zona Rural  
Caixa Postal 23  
CEP 56302-970, Petrolina, PE  
Fone: (87) 3866-3600  
Fax: (87) 3866-3815

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Natoniel Franklin de Melo*

Secretária-Executiva  
*Juliana Martins Ribeiro*

Membros  
*Alineaurea Florentino Silva, Clarice Monteiro Rocha, Daniel Nogueira Maia, Geraldo Milanez de Resende, Gislene Feitosa Brito Gama, José Maria Pinto, Magnus Dall'Igna Deon, Paula Tereza de Souza e Silva, Pedro Martins Ribeiro Júnior, Rafaela Priscila Antônio, Sidinei Anunciação Silva*

Supervisão editorial  
*Sidinei Anunciação Silva*

Revisão de texto  
*Sidinei Anunciação Silva*

Normalização bibliográfica  
*Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Sidinei Anunciação Silva*

Foto da capa  
*José Adalberto de Alencar*

**1ª edição: 2021**

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Semiárido

---

Silva, Davi José.

Produção orgânica no polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA: prospecção e uso de insumos e resíduos agrícolas / Davi José Silva, Vanderlise Giongo, Osnan Soares Ferreira. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021.

32 p. — (Embrapa Semiárido. Documentos, 305).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.  
ISSN 1808-9992.

1. Agricultura orgânica. 2. Agricultura sustentável. 3. Produção orgânica. 4. Biofertilizante. 5. Adubo orgânico. I. Silva, Davi José. II. Giongo, Vanderlise. III. Ferreira, Osnan Soares. IV. Título. V. Série.

CDD 630.2745

---

Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)

© Embrapa, 2021

## Autores

### **Davi José Silva**

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

### **Vanderlise Giongo**

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

### **Osnan Soares Ferreira**

Engenheiro-agrônomo, especialista em Irrigação e Drenagem, analista de desenvolvimento regional da Codevasf, Petrolina, PE.



## Apresentação

A produção de alimentos orgânicos tem ganhado cada vez mais espaço no mercado, principalmente visando atender a uma parcela representativa da população com estilo de vida que integre responsabilidade ambiental, social e bem-estar, o que inclui uma alimentação saudável. O mercado de orgânicos no Brasil está se estruturando e a cadeia de produção se desenvolvendo. Isso é confirmado a partir dos dados de faturamento alcançados nos últimos anos. Segundo a Associação de Promoção dos Orgânicos (Organis), o faturamento do setor teve alta de 30%, em 2020, comparado ao ano anterior. O resultado corresponde a um faturamento de aproximadamente R\$ 5,8 bilhões.

No Vale do São Francisco, que já se consolidou como uma importante região produtora de frutas, também há experiências com sistemas de produção orgânica. Estes sistemas consideram, entre suas práticas, a utilização de matérias-primas locais para a geração de insumos. O aproveitamento de coprodutos provenientes de agroindústrias é uma dessas matérias-primas, possibilitando uso a um material que poderia ser descartado de forma inadequada e ocasionar problemas ambientais.

Mais especificamente nos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA, desde a década de 1990 sistemas de produção orgânica vêm sendo adotados para algumas culturas. Estas experiências culminaram com a criação de instituições como Associação de Produtores Orgânicos da Adutora Caraíbas e Adjacências (Aproac), fundada em 2004, e, em 2014, da Associação de Produtores e Produtoras Orgânicos do Vale do São Francisco (Aprovasf). Nesses municípios também são realizadas feiras e outras modalidades de comercialização de alimentos provenientes de sistemas orgânicos.

Neste trabalho são apresentados resultados de estudos realizados sobre a produção orgânica de frutas no polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA. São detalhadas informações acerca do aproveitamento dos coprodutos derivados de agroindústrias instaladas na região em cultivos orgânicos, além de aspectos como, manejo de solo, comercialização e certificação de produtos orgânicos. Estas contribuições técnicas apoiam o desenvolvimento e fortalecimento de sistemas de produção sustentáveis no Semiárido.

*Maria Auxiliadora Coêlho de Lima*  
Chefe-Geral da Embrapa Semiárido





## Sumário

Introdução .....	11
Produção de alimentos no polo Petrolina, PE / Juazeiro, BA .....	12
Certificação .....	12
Comercialização.....	13
Qualidadedosprodutosorgânicos.....	13
Desafios do manejo de solo na região.....	15
Resíduos e insumos na produção orgânica do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA.....	15
Cuidados na aquisição e utilização de resíduos orgânicos e produtos comerciais.....	18
Aproveitamento de resíduos na propriedade agrícola.....	19
Composto orgânico.....	19
Adubação verde.....	23
Coquetéis vegetais.....	23
Manejo das plantas espontâneas.....	24
Biofertilizantes.....	25
Húmus de minhoca.....	26
Rochagem.....	28
Considerações finais.....	29
Agradecimentos.....	30
Dedicatória.....	30
Referências.....	30



## Introdução

Setenta e cinco anos depois da 'revolução verde', a agricultura mundial experimenta um novo estágio de evolução, cujo desafio é produzir cada vez mais fibras e alimentos para uma população que não para de crescer. O modelo de exploração agropecuária vigente após a Segunda Grande Guerra teve como bases a mecanização e a automação, além da aplicação de produtos químicos nas lavouras, defensivos e fertilizantes, que proporcionaram o crescimento de parques industriais em várias partes do mundo. A atividade agrícola também passou a ser empresarial, proporcionando grandes volumes de produção e de negócios.

Com o passar do tempo, este modelo começou a causar diversos problemas ambientais relacionados à exploração excessiva dos recursos naturais e à má gestão do uso da terra. As principais consequências foram erosão, contaminação/poluição do solo e dos aquíferos, causando a degradação do ambiente. O uso indiscriminado de agroquímicos também mostrou efeitos negativos sobre a saúde de agricultores, consumidores e do próprio ambiente.

O manejo da fertilidade do solo neste modelo de exploração agrícola preconiza a aplicação frequente de fertilizantes minerais e sintéticos concentrados, em grandes quantidades, nos diversos sistemas de cultivos, para atingir metas de produtividade cada vez mais altas. Este manejo proporciona a redução da disponibilidade dos micronutrientes no solo, exigindo o aporte destes elementos essenciais ao ciclo das culturas.

Além disso, esse sistema de manejo é oneroso, pois o custo dos fertilizantes é cada vez mais alto, uma vez que estes são cotados em dólar; este é um ponto importante a ser destacado, já que oscilações na taxa de câmbio aumentam a incerteza associada às atividades agrícolas que dependem desses insumos.

A sustentabilidade na agricultura é uma das principais preocupações, não só deste segmento, mas de toda a sociedade. O uso contínuo de agroquímicos também tem afetado a fertilidade do solo, a produtividade e a qualidade das culturas, assim como o ambiente. Tomando como base a manutenção da diversidade ambiental em cada sistema de cultivo, tem aumentado em diferentes países as áreas cultivadas com sistemas agrícolas alternativos, como Agricultura Biodinâmica, Agricultura Natural, Agricultura Orgânica, Agricultura

Agroecológica entre outros modelos de exploração, com base na preservação do ecossistema.

Esses sistemas são capazes de melhorar a rizosfera e a biosfera, apresentando eficiência em curto, médio e longo prazo. Um exemplo de experiência exitosa realizada na Índia em sistemas orgânicos, particularmente com agricultura biodinâmica, foi a integração de algumas técnicas de agricultura orgânica, devido ao seu impacto sinérgico, concebendo um sistema de produção orgânico, capaz de aprimorar a rizosfera e a biosfera, denominando-o de “Homa Jaivik Krishi” (Ram; Pathak, 2016).

Nestes cultivos, o desafio é melhorar simultaneamente a fertilidade do solo, a produtividade das culturas e o manejo de pragas e doenças por meio de insumos e métodos alternativos que preservem a biodiversidade do solo, promovam o uso eficiente de água no solo, entre outros benefícios.

## Produção de alimentos no polo Petrolina, PE/ Juazeiro, BA

A produção de alimentos orgânicos nesta região data de meados dos anos 1990. O fortalecimento dos produtores avançou em 2004, com a criação da Associação de Produtores Orgânicos da Adutora Caraíbas e Adjacências (Aproac), que atualmente está em processo de encerramento das atividades.

Em 2014 foi fundada a Associação de Produtores e Produtoras Orgânicos do Vale do São Francisco (Aprovasf), que conta atualmente com 28 associados, de acordo com a presidente da associação, Maria Alzira Davi Barros Santana. Existem ainda outras associações como Horta Comunitária João Paulo Segundo, em Juazeiro, BA; Assentamento Mandacaru, Assentamento Terra da Liberdade, Assentamento Mansueto de Labor e Assentamento Terra Nova II, em Petrolina, PE.

## Certificação

Em 2008 foi obtida a certificação da produção de orgânicos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Primeiramente, foi concedida a certificação do Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC), permitindo

a comercialização apenas em feiras, e posteriormente a certificação auditada pelo Instituto Chão Vivo, com direito ao selo de qualidade.

Os cultivos orgânicos também se expandiram, ocupando atualmente uma área estimada em 100 ha.

## Comercialização

A comercialização é realizada por venda direta, por meio de três feiras semanais: Casa do Artesão, em Juazeiro, às quintas-feiras, Mercado Municipal Orgânico de Petrolina, às sextas-feiras e domingos. O mercado municipal de Petrolina foi inaugurado em julho de 2019, atendendo a uma demanda antiga dos produtores orgânicos. Os produtos comercializados com maior frequência pelos produtores são elencados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Principais produtos orgânicos comercializados em 2020 por meio de venda direta.

Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total
Hortaliças		
400 mil molhos	1,00	400.000,00
Melão		
800 mil kg	2,00	1.600.000,00
Manga		
160 mil kg	2,00	320.000,00
Acerola		
60 mil kg	2,00	120.000,00

## Qualidade dos produtos orgânicos

No Brasil, não existe uma fiscalização rigorosa da qualidade dos alimentos comercializados in natura, uma vez que esta é uma questão que ainda não foi efetivamente demandada pela sociedade organizada. Periodicamente, tem sido divulgado na mídia, de forma muito esporádica, notícias de que grandes redes de supermercados são autuadas pela fiscalização, devido à comercialização de produtos contendo principalmente, a presença de resíduos de agrotóxicos.

Quando a fiscalização é efetiva, são realizados alguns frangentes expressivos, como foi reportado no Jornal “A Tarde”, em 23 de outubro de 2018.

Nove redes de supermercados em Salvador (Bompreço, GBarbosa, Hiperideal, Perini, Extra, Atacadão, Atakarejo, Rmix e Masani) foram acionadas pelo Ministério Público Estadual da Bahia (MP-BA) por comercializarem produtos com resíduos de agrotóxicos não autorizados ou acima dos limites permitidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária Anvisa (MP-BA aciona..., 2018, não paginado).

Em alguns países da Europa, cuja legislação é mais rigorosa e a fiscalização também é atuante, tanto alimentos convencionais quanto orgânicos não escapam da malha da fiscalização. Além da qualidade sanitária dos alimentos, são realizadas avaliações que incluem o conceito de qualidade fisiológica, definida como as características comerciais, por exemplo, teor de açúcar, firmeza da fruta, teor de matéria seca e características nutricionais (concentração de vitaminas, antioxidantes, minerais e outros atributos importantes para a saúde), determinado por respostas fisiológicas a um processo de cultivo específico (Orsine et al., 2016).

A pesquisa científica nestes países também contribui com esta vigilância, no sentido de estudar os efeitos dos insumos na qualidade dos alimentos orgânicos. Na Itália, como em outros países da Europa, a demanda por produtos orgânicos aumenta constantemente, pois são percebidos pelos consumidores como mais saudáveis e seguros para o meio ambiente.

Em um estudo realizado na Itália, a produção convencional de couve-flor (*Brassica oleracea*) foi comparada com o cultivo orgânico, demonstrando que a qualidade geral dos produtos orgânicos depende da interação de muitas variáveis. No sistema orgânico, de um lado, houve redução de peso e diâmetro das cabeças, com redução do peso fresco (-20%), comparado com o convencional. Por outro lado, plantas cultivadas em solo argiloso produziram 33% mais que em solo arenoso, com cabeças maiores e mais pesadas (+49%), porém, com menor teor de matéria seca. Os dados de altura, diâmetro e peso fresco são maiores no sistema convencional, também sendo influenciados positivamente em solo argiloso. Em solo argiloso, o sistema de cultivo também teve um efeito significativo no acúmulo de P e K em folhas e cabeças. Comparado com o sistema convencional, no cultivo orgânico o teor de P nas folhas foi reduzido, enquanto o teor de K aumentou nas folhas e cabeças de couve-flor (Maggio et al., 2013).

## Desafios do manejo de solo na região

O uso de resíduos orgânicos tem sido uma prática muito difundida para a manutenção da viabilidade dos sistemas de produção agrícola, tanto no preparo de compostos orgânicos, como biofertilizantes, ou cobertura morta. Contudo, esta prática não se aplica plenamente ao ambiente semiárido. De acordo com Silva e Silva (2016), e as razões para este fato são basicamente: umidade baixa, devido aos longos períodos com escassez de chuvas; temperaturas altas na maior parte do ano, que aceleram a decomposição dos resíduos; solos com baixa fertilidade natural em muitas áreas, impedindo o máximo rendimento das plantas; priorização da alimentação dos rebanhos, devido a vocação natural do Semiárido para a pecuária; o hábito de produzir e armazenar forragem para os períodos de seca não é muito expressivo.

## Resíduos e insumos na produção orgânica do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA

O polo agrícola Petrolina, PE/Juazeiro, BA, localizado no Semiárido do Nordeste, Vale do São Francisco, tem como diferença primordial das demais regiões semiáridas, o desenvolvimento da agricultura irrigada, proporcionada pelas águas do Rio São Francisco. Nessa região são produzidas frutas e oleícolas para diversas regiões do País, além de exportar para outros países, como os Estados Unidos da América e alguns países da Europa.

A maior parte dos resíduos empregados nos cultivos orgânicos da região são gerados na própria propriedade agrícola e também nas áreas agrícolas dependentes de chuva, particularmente, os resíduos de origem animal.

No período de “inverno”, quando o volume de chuva é suficiente para a produção de cobertura vegetal abundante, é possível obter maior quantidade de massa vegetal, que pode ser utilizada para a alimentação animal, compostagem ou aplicação direta nos cultivos na forma de cobertura viva ou morta.

O levantamento da frequência de utilização de resíduos e insumos utilizados na produção orgânica de alimentos foi obtido por meio de dados coletados com produtores de orgânicos que participam das feiras para comercialização de seus produtos, nas cidades de Juazeiro, BA e Petrolina, PE.

Os resíduos com maior disponibilidade são aqueles gerados na própria produção orgânica, como restos de cultura e de poda (Tabela 2). Este é um ponto positivo, considerando-se que tanto os resíduos, quando os frutos, vegetais folhosos e demais produtos estão livres de contaminantes externos neste sistema de manejo. Alguns resíduos como palhadas, cascas e bagaço de frutas, verduras e legumes da produção convencional, particularmente aqueles com origem de fora da propriedade agrícola, podem trazer riscos de contaminação, principalmente quando não passam pelo processo de sanitização, por meio da compostagem. Ainda assim, podem conter resíduos de contaminantes prejudiciais à qualidade dos produtos orgânicos. Portanto, a utilização desses resíduos deve ser vista com reservas.

Os estercos, que são resíduos da produção animal, estão em segundo lugar na frequência de uso. Apesar do baixo teor de nutrientes, não mais que 10% a 20% da sua constituição (Meurer, 2010), quando comparado com os fertilizantes inorgânicos, o esterco é de fundamental importância para a agricultura pelo fato de atuar na melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo.

Considerando-se a importância desses resíduos para todos os cultivos e modalidades de exploração, o volume disponível na região não é suficiente para atender à demanda. Assim, grande parte desse esterco é proveniente de outras áreas, algumas muito distantes da propriedade agrícola, cujos animais, caprinos, ovinos e bovinos, geralmente são criados em sistema de pecuária extensiva, na qual são utilizados o mínimo ou nenhuma suplementação alimentar, nenhuma vacina ou medicamento, de modo que os resíduos importados, geralmente, estão livres de produtos químicos. Contudo, neste modelo de manejo, há risco de contaminação da produção, por menor que seja, uma vez que os resíduos são produzidos fora da propriedade agrícola. A contaminação com sementes de plantas espontâneas e demais espécies que ocorrem em pastagens é muito frequente.



**Tabela 2.** Disponibilidade e uso de insumos e resíduos na produção orgânica do polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA<sup>1</sup>.

Resíduo	Frequência de ocorrência e uso (%)
Restos de cultura, material de poda	86,67
Esterco (caprino, ovino, bovino e avícola)	80,00
Bagaço, palha e casca de coco	30,00
Palhada, bagaço e colmo de cana	26,67
Restos de feira (frutas, verduras e legumes)	23,33
Composto orgânico	23,33
Torta de mamona	23,33
Pó de rocha	20,00
Calda orgânica	16,67
Palhada de milho	10,00
Capim	10,00
Folha, pseudocaulé, engaço de bananeira	10,00
Cinzas	10,00
Casca de ovo	10,00
Calcário	6,67
Borra de café	6,67
Pó de serraria	6,67
Húmus de minhoca	6,67
Carvão	6,67
Gesso	6,67
Melaço	6,67
Fosfato natural	6,67
Resíduo da agroindústria de alimentos	3,33
Palhada de feijão	3,33
Leguminosas	3,33
Palma	3,33
Urina de vaca	3,33
Plantas aquáticas do leito do rio	3,33
Folhas, ramos de mandioca	3,33
Folhas, ramos de leucena	3,33

Continua...

Continuação.

Resíduo	Frequência de ocorrência e uso (%)
Rapadura	3,33
Bokashi <sup>1</sup>	3,33
Sulfato de potássio	3,33
Extrato de algas	3,33
Silício	3,33

<sup>1</sup>Dados obtidos a partir do questionário elaborado pela equipe gestora do projeto de pesquisa "Soluções tecnológicas para otimização do uso de resíduos e biomassa como insumo para fertilidade do solo em sistemas de orgânicos de produção", coordenado pela Embrapa Agrobiologia. Este questionário foi aplicado a 26 produtores orgânicos do polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA que comercializam seus produtos nas feiras de orgânicos.

## Cuidados na aquisição e utilização de resíduos orgânicos e produtos comerciais

É importante destacar que o manejo de resíduos, utilizados como fertilizantes orgânicos, deve ser realizado com base na disponibilidade dos nutrientes no solo e na planta, de acordo com os resultados de análises do solo e das folhas, por meio de diagnóstico pelos métodos adequados. Esta recomendação visa evitar, principalmente, a deficiência de nutrientes, assim como o excesso, que podem causar desequilíbrios nutricionais com perdas na produção ou na qualidade dos produtos.

Produtos comerciais como, extrato de algas, torta de mamona, calcário, pó de rocha, fosfato natural e sulfato de potássio, devem ter registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), além de ser utilizados de acordo com as normas da legislação para os produtos orgânicos e de certificação.

Com relação à qualidade sanitária do material de origem externa à propriedade agrícola, é importante cuidar para que todo resíduo orgânico seja sanitizado, evitando-se a introdução de pragas e doenças na área de produção. Esta sanitização pode ser realizada por meio de compostagem. Recomenda-se que o material para compostagem tenha origem na produção orgânica, cumprindo os requisitos desse modelo de exploração agrícola. Entre as vantagens do composto destacam-se a sanidade do material, que deve estar livre de pragas e doenças, com relação carbono/nitrogênio equilibrada, em torno de 10/1, o que significa que o produto está

acabado ou humificado, havendo a possibilidade de ser armazenado no campo ou galpão, para ser utilizado nos momentos de maior demanda pelas culturas.

A calda orgânica, também chamada de biofertilizante, utilizada com muita frequência nestes cultivos, tanto como fertilizante, quanto defensivo agrícola, deve ser elaborada com material gerado na própria propriedade, garantindo segurança quanto à isenção de contaminantes, mesmo nas propriedades com baixa disponibilidade de esterco.

## Aproveitamento de resíduos na propriedade agrícola

Diante da escassez de resíduos para o fornecimento de matéria orgânica e nutrientes para os cultivos, o produtor deve buscar alternativas para o aproveitamento de resíduos de sua área de produção. Resíduos como, restos de poda da cultura principal, esterco dos animais, lixo orgânico doméstico, ou resíduos do processamento de uma agroindústria, podem ser utilizados na forma de aplicação direta nos cultivos, ou processados de forma simples na propriedade agrícola, utilizando tecnologias de fácil acesso, que podem gerar produtos mais concentrados, ricos em matéria orgânica e nutrientes, além da possibilidade de armazenamento de alguns desses produtos, o que permite a utilização dos mesmos em épocas de maior demanda pelas culturas.

Existem várias opções, que devem ser selecionadas em função da viabilidade técnica e financeira de cada produtor. Assim, são elencadas tecnologias, algumas de domínio público, já consolidadas pelos produtores agrícolas, que podem contribuir para a melhoria do estoque de carbono e nutrientes no solo e a produção orgânica de alimentos.

## Composto orgânico

A compostagem, como método de reciclagem do lixo orgânico doméstico para a obtenção de fertilizante orgânico, é conhecida pelos agricultores desde longa data. Existem registros de operações de compostagem em pilhas na China, há mais de 2.000 anos, e existem várias referências bíblicas sobre as práticas de correção do solo. O agricultor e cientista romano Marcus Cato também se referiu a elas se referiu. Estas práticas foram

Estas práticas foram detalhadamente descritas há cerca de 1.000 anos, para o período dos 3.000 anos precedentes, num manuscrito de El Doctor Excelente Abu Zacharia Iahia de Sevilha, o qual foi, posteriormente, traduzido do árabe para o espanhol por ordem do rei Carlos V e publicado em 1802 como El Libro de Agricultura (Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 2021).

Compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos animais e vegetais têm sido utilizados pelos agricultores do mundo inteiro com o objetivo de aumentar a produção agrícola e a qualidade do solo, além de causar menores impactos edáficos, climáticos e econômicos ao ambiente. No entanto, estes produtos apresentam características químicas, físicas e biológicas bastante diversas, como teores de nutrientes e relação C:N, que conferem uma variabilidade muito alta em termos de qualidade e desempenho agrícola. Dessa forma, a seleção criteriosa do tipo e da fonte dos materiais a serem utilizados, assim como das condições do processo de compostagem são fatores que interferem na qualidade do composto produzido e nos benefícios para o agroecossistema (Jiménez-Becker et al., 2010).

A utilização de resíduos orgânicos, especialmente na forma de composto, que contém altos teores de matéria orgânica, contribui para maior armazenamento de carbono no solo, aumento da CTC e da disponibilidade de nutrientes, maior atividade e biomassa microbiana e maior complexação de elementos tóxicos e micronutrientes (Rocha et al., 2004).

Existem muitas experiências exitosas com a utilização de compostos orgânicos, obtidas pela pesquisa e pelos agricultores. O trabalho de pesquisa realizado por Silva et al. (2013) em área de um pequeno produtor, retrata um pouco desta situação. Esse trabalho foi realizado com mangueiras (*Mangifera indica* L.) da cultivar Tommy Atkins, com 15 anos de idade, plantadas no espaçamento 10 m x 10 m, em sistema de produção orgânica, na localidade de Santa Helena, zona rural do município de Juazeiro, BA. O produtor fazia parte da Aproac, sendo a produção certificada pela Skal International.

A manutenção da fertilidade do solo, do estado nutricional e fitossanitário das plantas foi realizada por meio da aplicação de resíduos animais e vegetais, produzidos na propriedade ou nas proximidades, incluindo pó de rocha, MB4® (fosfática, calcário, gesso), cinzas e caldas (biofertilizantes e repelentes).

Três compostos identificados como A, B e C foram aplicados em três doses cada (0 t ha<sup>-1</sup>, 5 t ha<sup>-1</sup> e 10 t ha<sup>-1</sup>). Os compostos orgânicos foram elaborados

borados com resíduos animais e vegetais disponíveis na propriedade rural, enriquecidos com torta de mamona, MB4® e termofosfato (Tabela 3, Figuras 1 e 2).

**Tabela 2.** Disponibilidade e uso de insumos e resíduos na produção orgânica do polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA<sup>1</sup>.

Insumo	C	N	C : N	Composto		
				A	B	B
	--- g kg <sup>-1</sup> ---			----- % -----		
Planta de cana-de-açúcar	497,6	4,06	122,5	0	50	23,3
Folha de bananeira	465,1	8,12	57,3	50	0	23,3
Folha de coqueiro	517,5	8,12	63,7	0	0	23,4
Folha de mangueira	506,9	11,0	46,0	0	12	7
Folha de pau-de-besouro <sup>1</sup>	508,5	17,1	29,2	20	10	0
Esterco de caprino	174,7	12,2	14,3	20	25	20
Torta de mamona	350,0	60	5,8	10	0	0
MB4®				0	3	0
Termofosfato				0	0	3

<sup>1</sup>*Senna spectabilis* var. *excelsa* (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby.

Fonte: Silva et al. (2013).



**Figura 1.** Resíduos orgânicos utilizados no preparo do composto na propriedade agrícola.



**Figura 2.** Pilhas de composto orgânico em elaboração, a partir dos resíduos disponíveis na propriedade agrícola.

Os resultados indicaram que a adição de torta de mamona, MB4® ou termofosfato foi eficiente em aumentar o teor de nutrientes nos compostos.

A avaliação do efeito dos compostos orgânicos no solo mostrou que houve aumento dos teores de matéria orgânica, com destaque para o composto C, enriquecido com termofosfato, que apresentou teores totais mais elevados de P, K, Ca, Mg, B, Cu, Mn e Zn.

Nas folhas da mangueira, houve aumento linear da concentração de N com o aumento das doses de composto. A produção ( $23.727 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o número de frutos por planta (449 frutos) foram maiores com os compostos B e C, enriquecidos com MB4® e termofosfato, respectivamente, que apresentaram maiores concentrações totais de nutrientes.

Comparação entre sistemas de produção são úteis para identificar deficiências e benefícios entre os diferentes sistemas. O sistema de produção convencional (SPC) foi comparado com três sistemas de produção orgânica: sistema orgânico que utiliza esterco de fonte externa (OFE) e outros dois sistemas, que geram seus próprios resíduos, por meio da utilização dos restos das plantas cultivadas durante o outono, após a colheita principal (ORC) e o cultivo consorciado de adubos verdes nas entrelinhas de plantas (OAV), sendo estas as suas principais fontes de resíduos orgânicos para a fertilidade do solo.

Os rendimentos das culturas foram menores nos três sistemas orgânicos, diferindo entre as espécies cultivadas, mas, em média, as culturas dos três

sistemas orgânicos produziram 82% dos rendimentos obtidos pelas convencionais, quando calculado com base na área cultivada com as principais culturas. Entretanto, a adição de adubos verdes praticamente dobrou a exploração do solo pelos sistemas radiculares ativos, durante a rotação de culturas, de 21% para 38% de carbono, quando medido a 2,4 m de profundidade no sistema ORC, indicando uma forte redução nas perdas de N por lixiviação nos sistemas ORC e OAV, com base na construção da fertilidade do solo por estas duas práticas culturais (Thorup-Kristensen et al., 2012).

## Adubação verde

Constitui-se da semeadura de diferentes espécies de leguminosas, gramíneas, oleaginosas e crucíferas, que apresentam desenvolvimento satisfatório nas condições de clima e de solo da área a ser cultivada, e serão utilizadas como adubos verdes.

A adubação verde em regiões semiáridas é uma estratégia importante para os cultivos orgânicos, pois adiciona biomassa aérea e radicular, carbono e nitrogênio, contribui com a ciclagem dos demais nutrientes, fornece cobertura ao solo, diminui a evaporação e aumenta a capacidade de armazenamento de água no solo, além de prover outros serviços ecossistêmicos (Giongo et al., 2016, 2020; Pereira Filho et al. 2016). Além desses, outros benefícios são obtidos, incluindo a proteção do solo com relação à erosão, redução da presença de pragas e plantas espontâneas e aumento da diversidade da biota do solo. A adubação verde promove a manutenção da fertilidade do solo, contribuindo para o aumento da produtividade agrícola. Os autores supracitados destacam ainda que as respostas não são imediatas, uma vez que os benefícios da adição de matéria orgânica ao solo são efetivos a médio e longo prazo. Devem ser ainda consideradas as vantagens relacionadas à fixação biológica de nitrogênio, proteção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo.

## Coquetéis vegetais

Os coquetéis vegetais constituem uma modalidade da adubação verde, por meio de semeadura da mistura de várias espécies e famílias, como, leguminosas, gramíneas e oleaginosas entre outras (Rodrigues et al., 2012; Giongo et al., 2014),



Souza et al. (2015) obtiveram rendimentos mais elevados da produção de fitomassa com o cultivo de duas misturas de sementes, na forma de coquetel vegetal, contendo diferentes proporções de sementes de gramíneas, leguminosas e oleoginosas, sendo o coquetel-1 constituído por 75% leguminosas — feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) DC], feijão-macassar [*Vigna unguiculata* (L) Walp] e crotalária (*Crotalaria juncea* L.) + 25% gramíneas e oleaginosas — milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum americanum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.); o coquetel-2 foi constituído por 25% de leguminosas (feijão-de-porco, feijão-macassar e crotalária) + 75% gramíneas e oleaginosas (milho, milheto, sorgo e girassol) (Figura 3). O coquetel-1 produziu 8.578 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca; o coquetel-2 produziu 10.288 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca, enquanto a vegetação espontânea produziu 3.340 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca. Apesar de menor, a contribuição da vegetação espontânea é importante, do ponto de vista de aumento da diversidade vegetal, proteção do solo e fixação do CO<sub>2</sub> atmosférico, por meio do sequestro de carbono.



**Figura 3.** Adubação verde em cultivo de mangueira (*Mangifera indica* L.), realizada por meio do plantio de diferentes espécies forrageiras (coquetel vegetal).

## Manejo das plantas espontâneas

O manejo das plantas espontâneas, também chamadas de mato, contribui não só para controlar a concorrência por água e nutrientes com a cultura principal, mas também para aumentar o acúmulo de matéria orgânica e nutrientes no solo, por meio da deposição ou incorporação da massa verde produzida pela parte aérea e raízes ao solo. O método de controle mais recomendado é o método cultural, para esta condição de cultivo, tanto em áreas irrigadas, quanto naquelas dependentes da água de chuva.



Dessa forma, não competem com a cultura principal, uma vez que absorvem água e nutrientes, mas sequestram carbono e proporcionam o acúmulo de biomassa na própria área de produção. Assim, as plantas espontâneas podem promover os mesmos efeitos de proteção do solo e ciclagem de nutrientes que espécies cultivadas ou introduzidas para a adubação verde, com a vantagem de não acarretar custos adicionais com a aquisição de sementes.

Avaliando-se o crescimento e o acúmulo de nutrientes pela parte aérea de espontâneas e de leguminosas utilizadas como adubos verdes em uma região com chuvas regulares, Favero et al. (2000) observaram que de cinco espécies de leguminosas, feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará (*Capparis flexuosa* L.), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy), lab-lab (*Dolichos lab-lab* L.) e guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), submetidas a duas condições de manejo (com e sem capina), e uma testemunha (somente espontâneas); o sistema com apenas as espontâneas produziu menos biomassa e acumulou menos nutrientes que os sistemas com leguminosas. Foram poucas as espontâneas que apresentaram teores de carbono, cálcio e nitrogênio próximos ou superiores aos das leguminosas. No entanto, para potássio, magnésio e fósforo, ocorreu o inverso.

A maioria das espontâneas apresentou teores de potássio, magnésio e de fósforo superiores aos das leguminosas, destacando-se: beldroega (*Portulaca oleracea* subsp. *sativa* (Haw.) Čelak.), amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), picão (*Bidens pilosa* L.), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e estrelinha (*Melanpodium perfoliatum*).

## Biofertilizantes

Os biofertilizantes são elaborados a partir de diferentes resíduos da produção animal e vegetal, como esterco de bovinos, caprinos e ovinos, além de restos das mais diversas espécies cultivadas. Dessa forma, apresentam composição bastante variável. Os biofertilizantes elaborados a partir desses materiais apresentam como características baixo efeito poluente, trazendo como benefícios a capacidade de atuar como defensivos agrícolas, contribuindo assim no controle de pragas e doenças (Figura 4).

Os resultados obtidos na produção de hortaliças, por meio da associação entre aplicação de esterco no solo e biofertilizantes no solo ou na parte aérea das plantas, têm sido exitosos, como ficou demonstrado em trabalhos realizados

com batata-doce (*Ipomoea batatas*) (Oliveira et al., 2007), inhame (*Colocasia esculenta*) (Silva et al., 2012) e maxixe (*Cucumis anguri*) (Oliveira et al., 2014).



Figura 4. Preparo de biofertilizantes na pequena propriedade.

## Húmus de minhoca

A minhocultura é um sistema de criação de minhocas, sob condições minimamente controladas, com o objetivo de produzir húmus para utilização em sistemas de produção orgânicos e convencionais. É uma atividade perfeitamente adaptada à pequena escala de produção por sua simplicidade de manejo, podendo ser expandida na propriedade rural como fonte alternativa de renda, dependendo apenas do espaço físico do minhocário e da disponibilidade da matéria orgânica e mão de obra, uma vez que é possível fazer húmus a partir de qualquer material que se decompõe. Assim, qualquer

resíduo orgânico disponível e não aproveitado na propriedade rural pode ser utilizado para elaboração do húmus de minhoca (Schiedeck et al., 2006).

Há uma série de benefícios em se produzir e utilizar o vermicomposto ou húmus de minhoca. Quando aplicado ao solo, atua de forma benéfica sobre suas características físicas, químicas e biológicas, auxiliando no desenvolvimento das plantas.

Existem vários tipos de minhocário; dos mais simples, montados apenas com as leiras de matéria orgânica no próprio chão, até os mais caros, feitos com canteiros de tijolos e piso de concreto. É possível, ainda, aproveitar instalações já existentes na propriedade, como galpões e paióis. Para agricultores familiares, que não pretendem vender o húmus produzido, apenas utilizá-lo nas atividades da propriedade, o mais indicado é fazer um minhocário de baixo custo e pouca manutenção, que possa servir para produzir húmus a partir do esterco dos animais e dos restos de frutas e verduras da propriedade (Figura 5).



**Figura 5.** Produção de húmus de minhoca.

Com relação às espécies de minhoca, a minhoca vermelha-da-califórnia se alimenta de praticamente qualquer resíduo de origem animal ou vegetal. Dentre os materiais mais usados, estão os estercos e os restos de culturas. O esterco bovino é o mais utilizado na produção de húmus, por sua grande aceitação pelas minhocas e pela facilidade de ser obtido nas propriedades familiares, mas também é possível usar estercos de outros ani-

Com relação às espécies de minhoca, a minhoca vermelha-da-califórnia se alimenta de praticamente qualquer resíduo de origem animal ou vegetal. Dentre os materiais mais usados, estão os esterco e os restos de culturas. O esterco bovino é o mais utilizado na produção de húmus, por sua grande aceitação pelas minhocas e pela facilidade de ser obtido nas propriedades familiares, mas também é possível usar esterco de outros animais, como porcos, aves, cavalos e ovelhas. Contudo, estes requerem o preparo do material antes de ser ofertado às minhocas, visando manter efetiva a atividade das mesmas (Schiedeck et al., 2006).

## Rochagem

A aplicação de resíduos minerais ao solo, chamados de agrominerais, remineralizadores de solo, ou simplesmente “pó de rocha”, constitui o processo de rochagem, e tem o objetivo de promover o enriquecimento do solo com minerais, muitos dos quais são nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das culturas. É uma tecnologia totalmente afinada com a agricultura orgânica e com os princípios da Agroecologia. Assim, a rochagem é realizada por meio da aplicação de rochas moídas, resíduos da extração mineral ou sobras do processamento de rochas.

De acordo com Martins (2020), os sistemas integrados e que mantêm o solo agrícola sempre coberto e, na maior parte do tempo, realizando fotossíntese, constituem a principal estratégia de intensificação ecológica, com impactos positivos no sequestro de carbono no solo e nas plantas. Uma das possíveis explicações para estas diferenças de comportamento em relação ao carbono nestes sistemas intensivos é a presença ou não de minerais primários no solo com potencial para serem intemperizados na escala agrônômica.

O intemperismo de minerais primários gera fases de baixa cristalinidade que podem ser o núcleo de associação com matéria orgânica e o desenvolvimento de agregados estáveis. No entanto, minerais primários potencialmente intemperizáveis na escala agrônômica não existem ou são traços na maioria dos solos agrícolas tropicais, especialmente no Brasil.

Os remineralizadores, por definição, são derivados apenas de processos físicos de diminuição de tamanho de partículas a partir de determinadas rochas silicáticas. Os minerais silicáticos são transformados nos solos, sendo liberados nutrientes para o solo e para as plantas, ao mesmo tempo que são geradas novas fases minerais cristalinas e de baixa cristalinidade. Este processo

apresenta funções similares ao comportamento dos condicionadores de solos, mas com a novidade da formação de novas fases minerais, que é única nos remineralizadores. As novas fases minerais podem constituir superfícies funcionais para os processos físico-químicos que envolvem a interação do solo com a rizosfera das plantas, incluindo o microbioma e a estabilização da matéria orgânica. Assim, a aplicação de agrominerais silicáticos nos solos agrícolas em associação com manejos de intensificação ecológica pode constituir uma das ferramentas mais eficientes para o sequestro e estabilização de carbono.

## Considerações finais

As atividades agrícolas realizadas nos perímetros irrigados da região do Submédio São Francisco geram grandes quantidades de resíduos que, em grande parte, são aplicados nas próprias área de produção.

Com relação à agroindústria, os maiores volumes de resíduos são gerados pela produção de cana, em uma única empresa de grande porte, na produção de açúcar e álcool, gerando um volume anual de resíduos em torno de 595 mil toneladas de bagaço de cana. Em segundo lugar está a extração e envasamento de água de coco, também realizada por uma empresa de grande porte, além de outras de menor tamanho. Na empresa de grande porte, o volume processado é de 90 milhões de frutos por ano, gerando anualmente 120 mil toneladas de bagaço de coco.

Dessa forma, as empresas de grande porte são geradoras de grandes quantidades de resíduos, que são utilizados pelas próprias empresas e seus colaboradores, mas há um excedente que é comercializado in natura ou na forma de composto.

A produção de composto orgânico também é realizada por uma empresa de grande porte, que produz composto a partir da aquisição de bagaço de coco, sua principal matéria-prima, bagaço de cana, folha de carnaúba, esterco bovino e caprino. O volume de produção anual está em torno de 50 mil toneladas. Algumas empresas de pequeno porte também atuam neste segmento.

Os produtores orgânicos não têm acesso a estes resíduos, já que não estão qualificados para uso nesse segmento de produção, devido às normas de certificação. Além disso, o volume de resíduos gerado na região é insuficiente para atender à enorme demanda da área de produção convencional.

Os cultivos orgânicos demandam a utilização de tecnologias embasadas nos princípios da Agroecologia, considerando o respeito à natureza, a preservação do solo e demais recursos naturais, assim como a manutenção da biodiversidade, por meio da adoção de práticas que incluem a diversificação de culturas, cultivo em faixas alternadas, utilização de plantas de cobertura, adubação verde, entre muitas outras tecnologias que podem ser adotadas em áreas de cultivo orgânico, como meio de preservação dos recursos naturais, e que podem ainda proporcionar melhoria da fertilidade do solo, aumento da produção e da qualidade dos frutos.

Estas informações mostram as dificuldades encontradas pelos produtores agrícolas do Semiárido e o desafio de incrementar e manter teores adequados de matéria orgânica no solo, nessas condições de clima e solo. Contudo, as alternativas disponíveis permitem que o agricultor possa selecionar aquelas que se mostram mais adequadas do ponto de vista da espécie cultivada, tamanho do cultivo ou da propriedade agrícola, nível tecnológico do produtor e custo da tecnologia.

## Agradecimentos

Aos produtores agrícolas que adotam os princípios da Agroecologia no cultivo dos alimentos; às empresas que processam resíduos para a agricultura orgânica; aos comerciantes de insumos para a produção orgânica de alimentos; às associações de produtores orgânicos.

## Dedicatória

A Marcelino Lourenço Ribeiro Neto (*in memoriam*), pelo incentivo à divulgação de tecnologias que possam melhorar qualidade de vida do homem do Semiárido.

## Referências

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA DE PONTE DE LIMA. **Manual de compostagem**. Ponte de Lima, 2021. Disponível em: [http://www.ci.esapl.pt/mbrito/compostagem/Manual\\_de\\_compostagem%20capa.htm](http://www.ci.esapl.pt/mbrito/compostagem/Manual_de_compostagem%20capa.htm). Acesso em: 7 ago. 2021.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832000000100019>.



GIONGO, V.; BRANDÃO, S. da S.; SANTANA, M. da S.; COSTA, N. D.; MENDES, A. M. S.; YURI, J. E.; PETRERE, C. **Sistema plantio direto de meloeiro com coquetéis vegetais em Vertissolo no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014. 26 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 117).

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F. **Uso de coquetéis vegetais em sistemas agrícolas irrigados no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 166). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145219/1/COT166.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2021.

GIONGO, V.; COLEMAN, K.; SANTANA, M. da S.; SALVIANO, A. M.; OLSZVESKI, N.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F.; PARENTE, A.; WHITMORE, A. P.; RICHTER, G. M. Optimizing multifunctional agroecosystems in irrigated dryland agriculture to restore soil carbon - experiments and modelling. **Science of the Total Environment**, v. 725, jun. 10, jul. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720315850>. Acesso: 8 ago. 2021.

JIMÉNEZ-BECKER, S.; EBRAHIMZADEH, A.; PLAZA HERRADA, B. M.; AND LAO, M. T. Characterization of compost based on crop residues: changes in some chemical and physical properties of the soil after applying the compost as organic amendment. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 41, n. 5/8, p. 696-708, 2010.

MAGGIO, A.; PASCALE, S. de; PARADISO, R.; BARBIERI, G. Quality and nutritional value of vegetables from organic and conventional farming. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 532-539, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.005>.

MARTINS, E. S. **Potencial de sequestro de carbono pelo manejo de remineralizadores de solos**. Embrapa, Pesquisa e Desenvolvimento, Novidades, 24julho2020.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 4. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. v. 1. Disponível em: <https://atarde.com.br/bahia/bahiasalvador/mp-ba-aciona-nove-redes-de-supermercados-por-uso-de-agrotoxicos-1003097>. Acesso em: 7 ago. 2020.

MP-BA AÇIONA nove redes de supermercados por uso de agrotóxicos. A Tarde, 24 out. 2018. Disponível em: <https://atarde.com.br/bahia/bahiasalvador/mp-ba-aciona-nove-redes-de-supermercados-por-uso-de-agrotoxicos-1003097>. Acesso em: 5 out. 2021.

OLIVEIRA, A.; PEREIRA de; BARBOSA, A. H. D.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, A. N.; PEREIRA de. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p.1722-1728, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000600018>.

OLIVEIRA, A. P. de; SILVA, O. P. R. da; BANDEIRA, N. V. da S.; SILVA, D. F. da; SILVA, J. A.; PINHEIRO, S. M. G. Rendimento de maxixe em solo arenoso em função de doses de esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1130-1135, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n11p1130-1135>.

ORSINI, F.; MAGGIO, A.; ROUPHAEL, Y.; DE PASCALE, S. "Physiological quality" of organically grown vegetables. **Scientia Horticulturae**, v. 208, n. 29, p. 131-139, ago. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.033>.

RAM, R. A.; PATHAK, R. K. Organic approaches for sustainable production of horticultural crops: a review. **Progressive Horticulture**, v. 48, n. 1, p. 1-16, 2016. DOI: 10.5958/2249-5258.2016.00001.4.

ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 623-639, 2004.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E. de; VALÉRIO FILHO, W. V.; DUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, v. 59, p. 380-385, 2012.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 57).

SILVA, A.F.; SILVA, M.C.B.C. Agricultura no nordeste semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. **Revista Equador**, v. 5, n. 2, p. 102-119, 2016.

SILVA, D. J.; MOUCO, M. A. do C.; GAVA, C. A. T.; GIONGO, V.; PINTO, J. M. Composto orgânico em mangueiras (*Mangifera indica* L.) cultivadas no Semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 875-882, set. 2013.

SILVA, J. da; OLIVEIRA, A. de; ALVES, G. da S., CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P. de; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 253-257, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000300003>.

SOUZA, R. J. C. de; FERREIRA NETO, R. A.; SILVA, A. A. da; BARROS, B. G. de F.; GIONGO, V.; FREITAS, A. D. S. de. Produção de biomassa e relação C/N em plantas utilizadas como adubos verdes no município de Juazeiro - BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **O solo e suas múltiplas funções**: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SOUZA, R. J. C. de; FERREIRA NETO, R. A.; SILVA, A. A. da; BARROS, B. G. de F.; GIONGO, V.; FREITAS, A. D. S. de. Produção de biomassa e relação C/N em plantas utilizadas como adubos verdes no município de Juazeiro, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **O solo e suas múltiplas funções**: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135256/1/vanderlise-1-2015.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 57).

THORUP-KRISTENSEN, K.; DRESBØLL, D. B.; KRISTENSEN, H. L. Crop yield, root growth, and nutrient dynamics in a conventional and three organic cropping systems with different levels of external inputs and N re-cycling through fertility building crops. **European Journal of Agronomy**, v. 37, p. 66-82, 2012.





---

*Semiárido*

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL